

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-258187

(P2001-258187A)

(43)公開日 平成13年9月21日 (2001.9.21)

(51)Int.Cl. ¹	識別記号	F I	テーマコード ² (参考)
H 02 K 1/27	501	H 02 K 1/27	501 C 5 H 002
1/22			501 K 5 H 619
19/10		1/22	A 5 H 621
21/14		19/10	A 5 H 622
		21/14	M

審査請求 未請求 請求項の数 9 OL (全 8 頁)

(21)出願番号 特願2000-67525(P2000-67525)

(22)出願日 平成12年3月10日 (2000.3.10)

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 松原 浩樹

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 大川 義光

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(74)代理人 100089118

弁理士 酒井 宏明

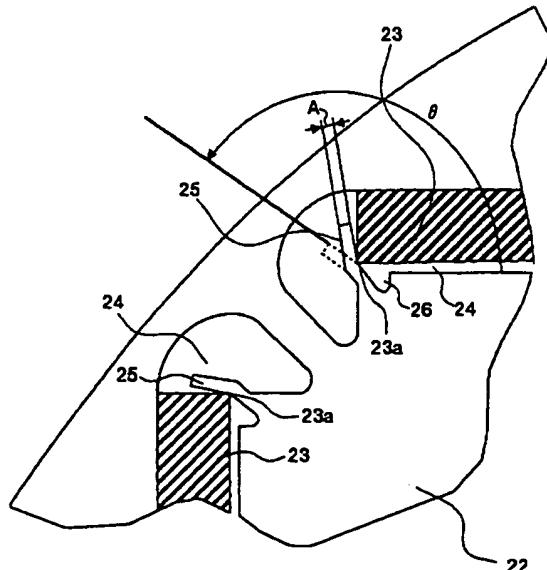
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 永久磁石モータの永久磁石埋め込み型回転子

(57)【要約】

【課題】 回転子のアンバランス量を抑制し、接着剤を使用することなく、永久磁石の欠けや傷、コーティングの剥がれ無しに、永久磁石が安定的に固定される構造の永久磁石モータの永久磁石埋め込み型回転子を得ること。

【解決手段】 回転子積層鉄心22の円周方向に回転子の極数分等間隔に設けられた鉄心周方向を長辺とし鉄心径方向を短辺として軸方向に貫通する矩形の永久磁石埋め込み用穴24を有し、永久磁石埋め込み用穴24のそれぞれに磁極面を鉄心径方向として互いに隣接する磁極が異なるように永久磁石23を装着される永久磁石モータの永久磁石埋め込み型回転子において、永久磁石埋め込み用穴24の両端に永久磁石位置決め用突起片25を形成し、この永久磁石位置決め用突起片25の折り曲げによって永久磁石23を回転子積層鉄心22に固定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】回転子積層鉄心の円周方向に回転子の極数分等間隔に設けられた鉄心周方向を長辺とし鉄心径方向を短辺として軸方向に貫通する矩形の永久磁石埋め込み用穴を有し、前記永久磁石埋め込み用穴のそれぞれに磁極面を鉄心径方向として互いに隣接する磁極が異なるように永久磁石を装着される永久磁石モータの永久磁石埋め込み型回転子において、前記永久磁石埋め込み用穴の両端に永久磁石位置決め用突起片が形成され、当該永久磁石位置決め用突起片の折り曲げによって前記永久磁石が前記回転子積層鉄心に固定されることを特徴とする永久磁石モータの永久磁石埋め込み型回転子。

【請求項2】前記永久磁石位置決め用突起片の折り曲げ側の根元部分に切欠け部が形成されていることを特徴とする請求項1に記載の永久磁石モータの永久磁石埋め込み型回転子。

【請求項3】前記永久磁石位置決め用突起片の巾をAとした場合、巾Aが $0.3\text{mm} < A < 1.5\text{mm}$ の関係になるように形成されていることを特徴とする請求項1または2に記載の永久磁石モータの永久磁石埋め込み型回転子。

【請求項4】前記永久磁石位置決め用突起片と永久磁石埋め込み用穴の長辺との角度をθとした場合、 $9.5^\circ < \theta < 18.0^\circ$ の関係になるように形成されていることを特徴とする請求項1～3のいずれか一つに記載の永久磁石モータの永久磁石埋め込み型回転子。

【請求項5】端部の少なくとも1枚の回転子積層鉄心の永久磁石位置決め用突起片が、永久磁石挿入前に、永久磁石が脱落できない巾になるまで、予め折り曲げられていることを特徴とする請求項1～4のいずれか一つに記載の永久磁石モータの永久磁石埋め込み型回転子。

【請求項6】永久磁石埋め込み用穴に永久磁石が挿入されて永久磁石位置決め用突起片の折り曲げが行われた後、永久磁石がない部分に位置する永久磁石位置決め用突起片が、さらに深く折り曲げられていることを特徴とする請求項1～5のいずれか一つに記載の永久磁石モータの永久磁石埋め込み型回転子。

【請求項7】前記永久磁石位置決め用突起片は少なくとも永久磁石を固定可能な強度が選られる枚数の回転子積層鉄心にのみに形成されていることを特徴とする請求項1～6のいずれか一つに記載の永久磁石モータの永久磁石埋め込み型回転子。

【請求項8】前記永久磁石に接着剤が塗布されていることを特徴とする請求項1～7のいずれか一つに記載の永久磁石モータの永久磁石埋め込み型回転子。

【請求項9】前記永久磁石がネオジウム系希土類磁石であることを特徴とする請求項1～8のいずれか一つに記載の永久磁石モータの永久磁石埋め込み型回転子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、永久磁石型モータで使用される回転子に関し、特に、回転子鉄心の内部に複数個の永久磁石を備えた永久磁石埋め込み型回転子に関する。

【0002】

【従来の技術】一般的な永久磁石埋め込み型回転子は、図10に示されているように、回転軸101と、鉄心102と、永久磁石103によって構成されている。鉄心102の中心部には回転軸101が嵌入されている。鉄心102の外周近傍には永久磁石埋め込み用穴104が形成されており、永久磁石埋め込み用穴104に永久磁石103が埋め込まれている。

【0003】永久磁石103は、永久磁石埋め込み用穴104に収容可能な大きさに形成されている。永久磁石103を永久磁石埋め込み用穴104に埋め込む際には、永久磁石103の表面に接着剤が塗布され、接着剤によって永久磁石埋め込み用穴104に永久磁石が接着固定される。永久磁石103の固定に接着剤が使用できない場合には、永久磁石103は永久磁石埋め込み用穴104と隙間なく形成され、永久磁石103を永久磁石埋め込み用穴104に埋め込む際には、永久磁石103を空圧装置等により加圧し、永久磁石埋め込み用穴104に強制的に圧入することが行われる。

【0004】この他、たとえば、特開平9-308149号公報に開示されているように、別部品を、磁石端面に圧入し、永久磁石の固定を行う永久磁石埋め込み型回転子が知られている。図11はその永久磁石埋め込み型回転子を示している。この永久磁石埋め込み型回転子では、鉄心202の永久磁石埋め込み用穴204に永久磁石203を挿入した後、磁石固定部材205によって永久磁石203を鉄心202に固定している。この磁石固定部材205による永久磁石203の固定は、磁石固定部材205に形成されたテーパ状のピン206を永久磁石203の片側の端面に圧入することにより、永久磁石203を押し当て部207に押し付けることにより固定している。

【0005】また、特開平9-200982号公報に開示されているような永久磁石埋め込み型回転子も知られている。図12はその永久磁石埋め込み型回転子を示している。この永久磁石埋め込み型回転子では、積層された鉄心302の永久磁石埋め込み用穴304部分に突起307を有する突起付鉄心302aを1枚加えて積層構造の回転子コア301を形成し、永久磁石埋め込み用穴304における半径方向外側壁面305を永久磁石303に圧接させるように、少なくとも1枚の鉄心302を半径方向内側に変形することで、永久磁石303を回転子コア301に固定している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上述したような従来の

永久磁石埋め込み型回転子では、永久磁石103が永久磁石埋め込み用穴104に収容可能な大きさに形成されているため、永久磁石の固定位置が一定に定まらず、回転子のアンバランス量が増加するという問題があった。

また、永久磁石103が、永久磁石埋め込み用穴104に埋め込む際に、接着剤が削ぎ取られるなどして接着層の厚さを安定的に確保できず、永久磁石103が剥がれる等の信頼性の欠如につながるという問題があった。

【0007】接着剤を介さずに永久磁石103を永久磁石埋め込み用穴104に強制的に圧入するような従来の永久磁石埋め込み型回転子では、永久磁石103が焼結物であって脆いために、永久磁石103の圧入時に永久磁石埋め込み用穴104の壁面との接触により永久磁石103に欠けや傷が生じ易い。また、永久磁石103の表面に防錆等のためにコーティングが施されている場合には、そのコーティングが剥がれ易い。また、永久磁石103と永久磁石埋め込み用穴104の寸法上の整合性を得るため、永久磁石103の寸法精度の向上が必要であるなどの問題があった。

【0008】特開平9-308149号公報に示されているように従来の永久磁石埋め込み型回転子では、永久磁石203は半径方向には固定されないため、実際には接着剤との併用が必要となり、しかも永久磁石203の周方向の固定は永久磁石203を一方向に押し付けるため、特性ばらつき及びアンバランス量の増加原因となるという問題がある。

【0009】また、特開平9-200982号公報に示されているように従来の永久磁石埋め込み型回転子では、永久磁石303は周方向には確実に固定されないため、接着剤との併用が必要であり、永久磁石303の半径方向の固定は、鉄心302で永久磁石303のを一方に向に押し付け、鉄心302が変形する事による固定であるが、鉄心302を変形させるために加えられた圧力が開放されると、スプリングバックにより、鉄心302の変形量が減少し、永久磁石303を完全に固定できないという問題がある。

【0010】この発明は、上述の問題点を解消するためになされたものであり、回転子のアンバランス量を抑制し、接着剤を使用することなく、永久磁石の欠けや傷、コーティングの剥がれ無しに、永久磁石が安定的に固定される構造の永久磁石モータの永久磁石埋め込み型回転子を得ることを目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】上述の目的を達成するために、この発明による永久磁石埋め込みモータの回転子は、回転子積層鉄心の円周方向に回転子の極数分等間隔に設けられた鉄心周方向を長辺とし鉄心径方向を短辺として軸方向に貫通する矩形の永久磁石埋め込み用穴を有し、前記永久磁石埋め込み用穴のそれぞれに磁極面を鉄心径方向として互いに隣接する磁極が異なるように永久

磁石を装着される永久磁石モータの永久磁石埋め込み型回転子において、前記永久磁石埋め込み用穴の両端に永久磁石位置決め用突起片が形成され、当該永久磁石位置決め用突起片の折り曲げによって前記永久磁石が前記回転子積層鉄心に固定されるものである。

【0012】つぎの発明による永久磁石埋め込みモータの回転子は、前記永久磁石位置決め用突起片の折り曲げ側の根元部分に切欠け部が形成されているものである。

【0013】つぎの発明による永久磁石埋め込みモータの回転子は、前記永久磁石位置決め用突起片の巾をAとした場合、巾Aが $0.3\text{ mm} < A < 1.5\text{ mm}$ の関係になるように形成されているものである。

【0014】つぎの発明による永久磁石埋め込みモータの回転子は、前記永久磁石位置決め用突起片と永久磁石埋め込み用穴の長辺との角度を θ とした場合、 $95^\circ < \theta < 180^\circ$ の関係になるように形成されているものである。

【0015】つぎの発明による永久磁石埋め込みモータの回転子は、端部の少なくとも1枚の回転子積層鉄心の永久磁石位置決め用突起片が、永久磁石挿入前に、永久磁石が脱落できない巾になるまで、予め折り曲げられているものである。

【0016】つぎの発明による永久磁石埋め込みモータの回転子は、永久磁石埋め込み用穴に永久磁石が挿入されて永久磁石位置決め用突起片の折り曲げが行われた後、永久磁石がない部分に位置する永久磁石位置決め用突起片が、さらに深く折り曲げられているものである。

【0017】つぎの発明による永久磁石埋め込みモータの回転子は、前記永久磁石位置決め用突起片は少なくとも永久磁石を固定可能な強度が選られる枚数の回転子積層鉄心にのみに形成されているものである。

【0018】つぎの発明による永久磁石埋め込みモータの回転子は、前記永久磁石に接着剤が塗布されているものである。

【0019】つぎの発明による永久磁石埋め込みモータの回転子は、前記永久磁石がネオジウム系希土類磁石であるものである。

【0020】

【発明の実施の形態】以下に添付の図を参照して、この発明にかかる永久磁石モータの永久磁石埋め込み型回転子の実施の形態を詳細に説明する。

【0021】実施の形態1. 図1、図2は、この発明による永久磁石埋め込み型回転子の実施の形態1および永久磁石埋め込み型モータを示している。永久磁石埋め込み型モータは、固定子10と、永久磁石埋め込み型回転子20と、永久磁石埋め込み型回転子20を支持する回転軸40と、軸受部材41と、外側構造体42とで構成されている。

【0022】固定子10は、珪素鋼板を所定の形状、たとえば、内周面に36個のスロット開口部11を備えた

形状に打ち抜いて積層した固定子積層鉄心12に、三相巻線13を施されており、リード線14により電源ユニットに接続されるように構成されている。固定子鉄心12のスロット開口部11の個数と極数は、特性を考慮して適宜決定される。

【0023】永久磁石埋め込み型回転子20は、所定の形状に打ち抜かれた珪素鋼板の積層体よりなる回転子積層鉄心22と、回転子積層鉄心22に極数分、形成された磁石埋め込み用穴24に埋め込み装着された極数分の永久磁石23とで構成される。永久磁石23はネオジウム系希土類磁石で構成することができる。

【0024】図3は、4極の場合の永久磁石埋め込み型回転子20を示している。永久磁石埋め込み型回転子20は回転子積層鉄心22と永久磁石23とで構成されている。回転子積層鉄心22は、円周方向に回転子の極数4つ分、等間隔に設けた周方向を長辺とし径方向を短辺とする軸方向に貫通する矩形の磁石埋め込み用穴24を4個形成され、この磁石埋め込み用穴24のそれぞれに磁極面を径方向とし互いに隣接する極が異なるように永久磁石23を装着されている。

【0025】永久磁石23は、永久磁石埋め込み用穴24に収容可能な大きさに形成されており、磁石埋め込み用穴24の両端部分には永久磁石位置決め用切欠け付き突起片25が一体成形されている。永久磁石位置決め用切欠け付き突起片25が容易に折り曲げ可能なように、突起片25の折り曲げ側の根元部分には切欠け部26が形成されている(図4参照)。

【0026】永久磁石23の位置決め固定は、図4に示されているように、永久磁石埋め込み用穴24に永久磁石23を嵌め込んだ後に、永久磁石位置決め用切欠け付き突起片25を工具で永久磁石23の端面側に折り曲げることにより、接着剤を用いずに行われる。特に、永久磁石位置決め用切欠け付き突起片25を折り曲げる際、両側を同じように折り曲げれば、永久磁石埋め込み用穴24の中央および径方向外側に永久磁石23が固定されるようになり、永久磁石組み付けによるアンバランス量を低減できる。

【0027】永久磁石位置決め用切欠け付き突起片25を折り曲げる場合、当該突起片25を永久磁石23に全面が接触するまで折り曲げるのではなく、突起片25を永久磁石23に接触させる部分は、図4に示されているように、永久磁石23の角部分23aのみとする。こうすることで、永久磁石23の大きさにばらつきがある場合でも、スプリングバックによる固定強度の低下が発生せず、安定的に固定強度を得ることができ、また折り曲げ過ぎによる永久磁石23の破損等を防止できる。

【0028】永久磁石位置決め用切欠け付き突起片25の巾Aとした場合、 $0.3\text{ mm} < A < 1.5\text{ mm}$ の関係になるように突起片25が形成されていることが望ましい。突起片25の巾Aが、 0.3 mm 以下であると、

必要とされる永久磁石23の固定強度を得ることができず、これに対し、巾Aが 1.5 mm 以上であると、突起片25を折り曲げるために必要となる力が大きくなり、永久磁石23に傷を付ける原因となる。

【0029】根元部分に切欠け部26を有した永久磁石位置決め用突起片25と永久磁石埋め込み用穴24の長辺とがなす角度をθとした場合、 $95^\circ < \theta < 180^\circ$ の関係になるように形成されていることが望ましい。角度θが、 95° 以下であると、必要な永久磁石23の固定強度を得ることができず、また折り曲げ過ぎによる永久磁石23の破損等が問題となる。これに対し、角度θが 180° 以上であると、永久磁石位置決め用切欠け付き突起片25の変形量が大きくなりすぎ、当該突起片25の破損が問題となる。

【0030】なお、上述の実施の形態では、回転子の外径形状を真円を適用したが、この発明による永久磁石埋め込み型回転子はそれに限らず、如何なる外径形状の永久磁石埋め込み型回転子にも有効である。

【0031】なお、上述の実施の形態では、永久磁石位置決め用切欠け付き突起片25を永久磁石埋め込み用穴24の回転軸40側(内径側)に形成したが、この発明による永久磁石埋め込み型回転子は、それに限らず、永久磁石位置決め用切欠け付き突起片25を永久磁石埋め込み用穴24の回転子外径側に形成した永久磁石埋め込み型回転子にも有効である。

【0032】また、図5に示されているように、永久磁石23を永久磁石埋め込み用穴24に挿入する前に、永久磁石23が通過できない巾、換言すれば、永久磁石23が脱落できない巾になるように、端部の数枚の回転子積層鉄心22の永久磁石位置決め用切欠け付き突起片25を予め折り曲げておくことにより、永久磁石23の軸方向の位置決めが可能となる。

【0033】また、図6に示されているように、永久磁石23を永久磁石埋め込み用穴24に挿入し、永久磁石位置決め用切欠け付き突起片25を折り曲げた後、永久磁石23が存在しない数枚の回転子積層鉄心22の永久磁石位置決め用切欠け付き突起片25を、さらに深く折り曲げることにより、永久磁石23の軸方向の固定を行うことができる。

【0034】実施の形態2、図7、図8は、この発明による永久磁石埋め込み型回転子の実施の形態2を示している。この実施の形態では、上述の実施の形態に加えて、永久磁石位置決め用切欠け付き突起片25が、すべての回転子積層鉄心22にではなく、少なくとも永久磁石23の固定強度が確保できる最小限の回転子積層鉄心22のみに設けられている。これにより、永久磁石位置決め用切欠け付き突起片25の折り曲げに必要となる力を軽減でき、折り曲げ設備を安価に得ることが可能となる。

【0035】実施の形態3、図9は、この発明による永

久磁石埋め込み型回転子の実施の形態3を示している。この実施の形態では、上述の実施の形態に加えて、永久磁石23に接着剤27が塗布され、この永久磁石23を永久磁石埋め込み用穴24に埋め込むことにより、永久磁石23が固定されている。この場合には、永久磁石23を、さらに強固に固定することが可能となり、また、永久磁石位置決め用切欠け付き突起片25の折り曲げ後に形成される永久磁石23と永久磁石位置決め用切欠け付き突起片25との間に生じる空間28および永久磁石位置決め用切欠け付き突起片25の切欠け部26に接着剤26が溜まることで、さらに強固に永久磁石23を固定することが可能となる。

【0036】

【発明の効果】以上の説明から理解される如く、この発明による永久磁石埋め込み型回転子によれば、永久磁石位置決め用切欠け付き突起片を折り曲げることにより、接着剤を用いず、永久磁石の欠けや傷、コーティング剥がれを生じることなく、永久磁石の固定が行われ、しかも永久磁石埋め込み用穴の中央および径方向外側に永久磁石を固定できるから、アンバランス量を低減することができる。また、この発明による永久磁石埋め込み型回転子によれば、新たに部品を設けず、容易に永久磁石を強固に固定でき、アンバランス量も少ないとから、製造が容易で、自動化に適した安価な永久磁石埋め込み型回転子を得ることができる。

【0037】つぎの発明による永久磁石埋め込みモータの回転子によれば、永久磁石位置決め用突起片の折り曲げ側の根元部分に切欠け部が形成されているから、永久磁石固定のための永久磁石位置決め用突起片の折り曲げが容易に行われる。

【0038】つぎの発明による永久磁石埋め込みモータの回転子によれば、永久磁石位置決め用突起片は、巾Aが $0.3\text{ mm} < A < 1.5\text{ mm}$ の関係になるように形成されているから、所要の固定強度を得ることができ、しかも突起片の折り曲げに大きな力が必要でなく、永久磁石に傷を付けることがない。

【0039】つぎの発明による永久磁石埋め込みモータの回転子によれば、永久磁石位置決め用突起片と永久磁石埋め込み用穴の長辺との角度をθとした場合、 $95^\circ < \theta < 180^\circ$ の関係になるように形成されているから、必要な永久磁石の固定強度を得ることができ、しかも永久磁石位置決め用切欠け付き突起片の変形量が大きくなりすぎることがなく、当該突起片の破損が問題となることがない。

【0040】つぎの発明による永久磁石埋め込みモータの回転子は、端部の少なくとも1枚の回転子積層鉄心の永久磁石位置決め用突起片が、永久磁石挿入前に、永久磁石が脱落できない巾になるまで、予め折り曲げられているから、永久磁石の軸方向の位置決めが行われる。

【0041】つぎの発明による永久磁石埋め込みモータ

の回転子によれば、永久磁石埋め込み用穴に永久磁石が挿入されて永久磁石位置決め用突起片の折り曲げが行われた後、永久磁石がない部分に位置する永久磁石位置決め用突起片が、さらに深く折り曲げられているから、永久磁石の軸方向の固定が行われる。

【0042】つぎの発明による永久磁石埋め込みモータの回転子によれば、永久磁石位置決め用突起片は少なくとも永久磁石を固定可能な強度が選られる枚数の回転子積層鉄心にのみに形成されているから、永久磁石位置決め用切欠け付き突起片の折り曲げに必要となる力を軽減でき、折り曲げ設備を安価に得ることができる。

【0043】つぎの発明による永久磁石埋め込みモータの回転子によれば、永久磁石に接着剤が塗布されているから、さらに強固な永久磁石の固定強度を得ることができる。

【0044】つぎの発明による永久磁石埋め込みモータの回転子によれば、永久磁石がネオジウム系希土類磁石であるから、所要の永久磁石特性が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明による永久磁石埋め込み型回転子を組み込んだ永久磁石モータの実施の形態1を示す軸方向断面側面図である。

【図2】この発明による永久磁石埋め込み型回転子を組み込んだ永久磁石モータの実施の形態1を示す軸に対して垂直方向の断面図である。

【図3】この発明による永久磁石埋め込み型回転子の実施の形態1を示す正面図である。

【図4】この発明による永久磁石埋め込み型回転子の実施の形態1を示す永久磁石位置決め用切欠け付き突起部の部分拡大正面図である。

【図5】この発明による永久磁石埋め込み型回転子の実施の形態1を示す永久磁石位置決め用切欠け付き突起部の部分拡大斜視図である。

【図6】この発明による永久磁石埋め込み型回転子の実施の形態1を示す永久磁石位置決め用切欠け付き突起部の部分拡大斜視図である。

【図7】この発明による永久磁石埋め込み型回転子の実施の形態2を示す永久磁石位置決め用切欠け付き突起部の部分拡大正面図である。

【図8】図7に示したX-X断面図である。

【図9】この発明による永久磁石埋め込み型回転子の実施の形態3を示す永久磁石位置決め用切欠け付き突起部の部分拡大正面図である。

【図10】従来における永久磁石埋め込み型回転子の構造を示す正面図である。

【図11】従来における永久磁石埋め込み型回転子の構造を示す正面図である。

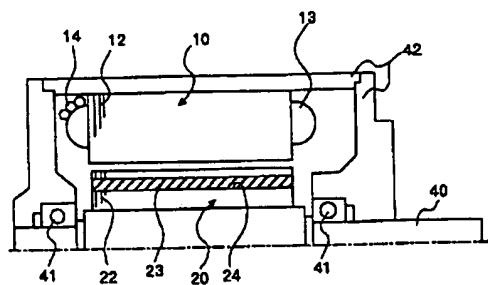
【図12】従来における永久磁石埋め込み型回転子の構造を示す正面図である。

【符号の説明】

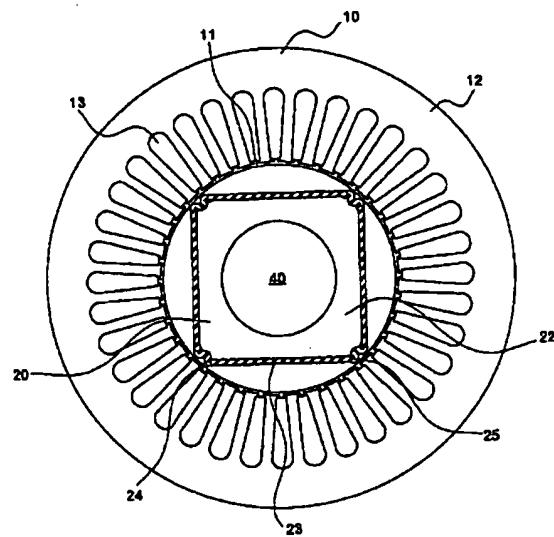
10 固定子、11 スロット開口部、12 固定子積層鉄心、13 三相巻線、14 リード線、20 永久磁石埋め込み型回転子、22 回転子積層鉄心、23

永久磁石、24 永久磁石埋め込み用穴、25 永久磁石位置決め用切欠け付き突起片、26 切欠け部、27 着接着剤。

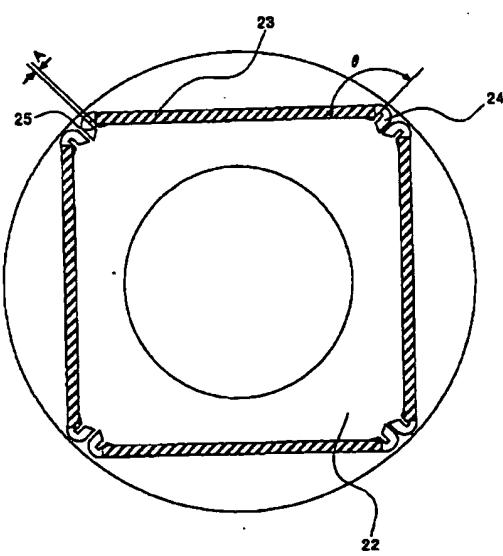
【図1】



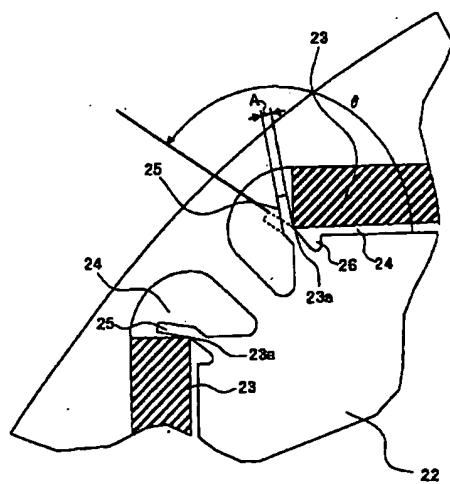
【図2】



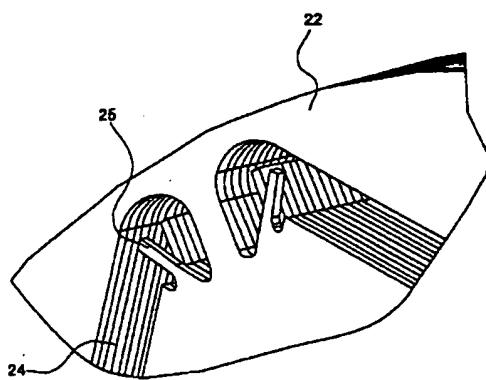
【図3】



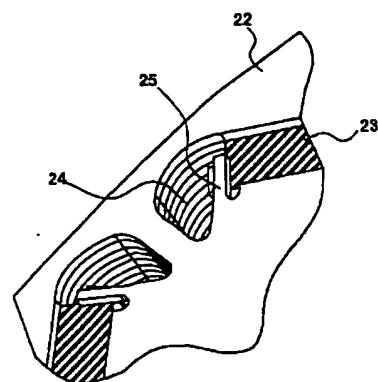
【図4】



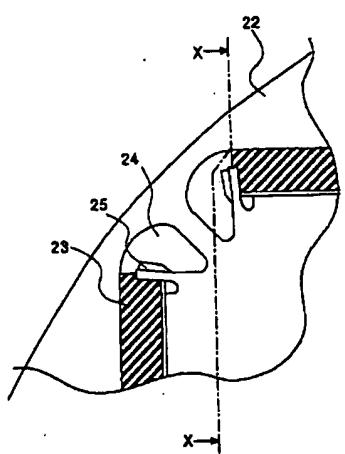
【図5】



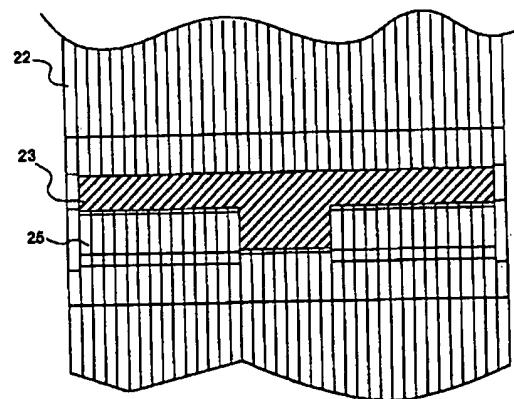
【図6】



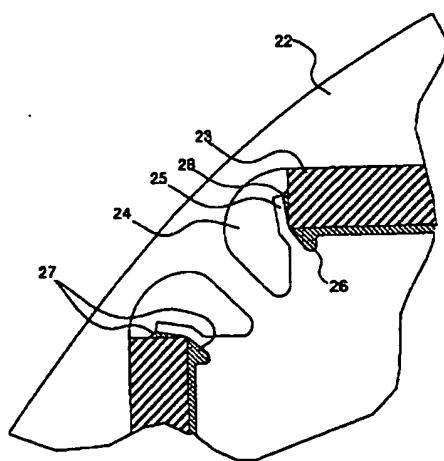
【図7】



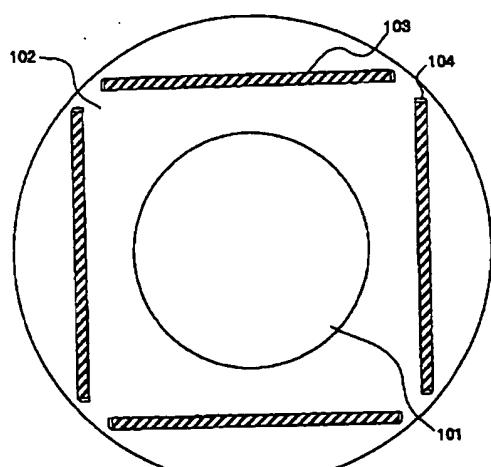
【図8】



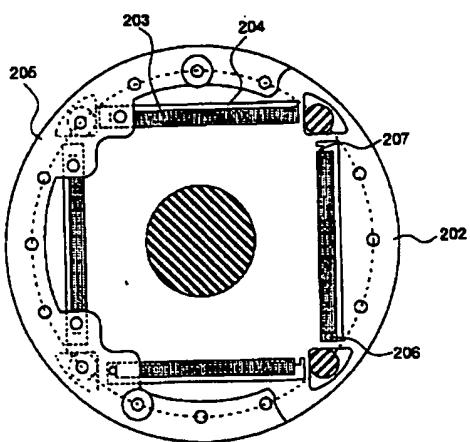
【図9】



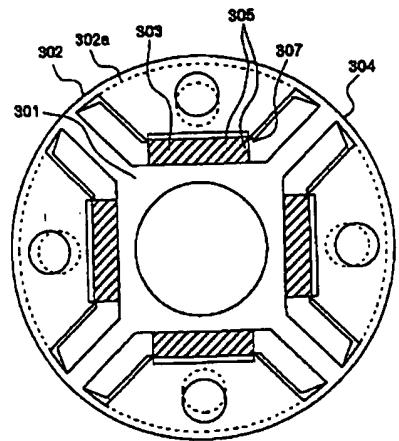
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 中原 裕治
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

F ターム(参考) 5H002 AA07 AB07 AC06 AC08 AE08
5H619 AA01 AA03 AA05 BB01 BB06
BB22 BB24 PP02 PP04 PP08
5H621 GA01 GA04 HH01 JK05
5H622 CA02 CA07 CA13 CB05 CB06
DD02 PP03 PP10 PP12 PP19